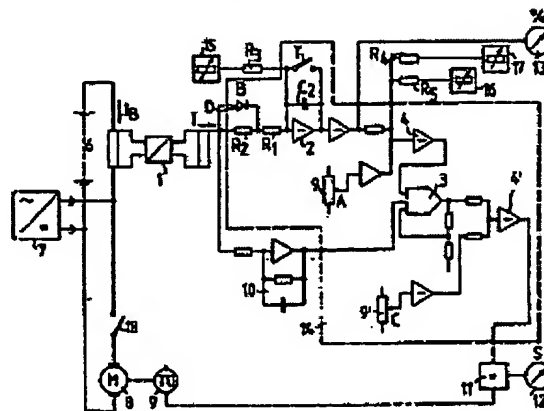


## Method and circuit arrangement for determining the remaining distance which can be covered by a battery-driven electric vehicle

**Patent number:** DE3334128  
**Publication date:** 1985-04-04  
**Inventor:** BOETTGER KLAUS DR ING (DE)  
**Applicant:** LICENTIA GMBH (DE)  
**Classification:**  
- international: B60L11/18; H02J7/00; G01R31/36; H01M10/48  
- european: G01R31/36B, B60L11/18M  
**Application number:** DE1983334128 19830917  
**Priority number(s):** DE1983334128 19830917

### Abstract of DE3334128

In order to determine, at a particular instance, the remaining distance which can still be covered by an electric vehicle driven by an accumulator battery (6) assuming drive power and speed remain the same, on the one hand a variable which is proportional to the respective remaining discharge time of the battery still available and on the other hand a variable which is proportional to the instantaneous speed of the electric vehicle are formed, in a manner known per se, on the basis of the respective battery current ( $I_B$ ) and the preceding charge and/or discharge of the battery (6). The two variables are multiplied together in a multiplier (11). A display device (12) which indicates the remaining distance which can be covered is connected to the output of the multiplier (11). The additional influencing variables of the battery which are important during travel mode, namely the temperature, age and self-discharging of the battery, are taken into account additively during the determination of the remaining discharge time.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3334128 A1

⑳ Aktenzeichen: P 33 34 128.1  
㉑ Anmeldetag: 17. 9. 83  
㉒ Offenlegungstag: 4. 4. 85

⑤① Int. Cl. 3:  
**B60L 11/18**  
H 02 J 7/00  
G 01 R 31/36  
H 01 M 10/48

DE 3334128 A1

㉑ Anmelder:

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt,  
DE

㉒ Erfinder:

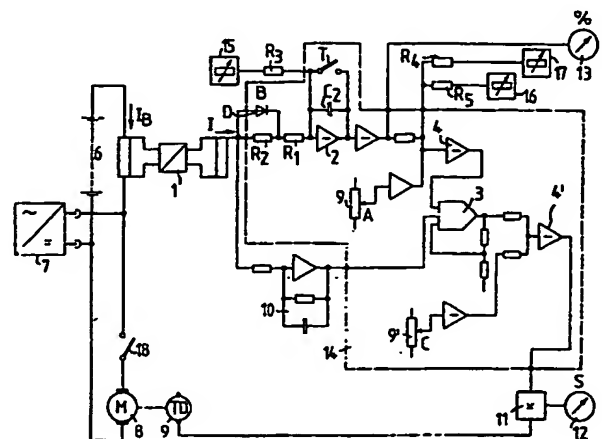
Boettger, Klaus, Dr.-Ing., 6072 Dreieich, DE

Behördeneigentlich

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Schaltungsanordnung zur Ermittlung der Restfahrstrecke eines batteriebetriebenen Elektrofahrzeugs

Zur Ermittlung der momentan unter Annahme gleichbleibender Antriebsleistung und Geschwindigkeit noch möglichen restlichen Fahrstrecke eines mit einer Akkumulatorenbatterie (6) betriebenen Elektrofahrzeugs wird einerseits in an sich bekannter Weise, ausgehend vom jeweiligen Batteriestrom ( $I_B$ ) und der vorangegangenen Ladung und/oder Entladung der Batterie (6) eine der jeweils noch zur Verfügung stehenden Restentladezeit der Batterie proportionale Größe und andererseits eine der momentanen Geschwindigkeit des Elektrofahrzeugs proportionale Größe gebildet. Beide Größen werden in einem Multiplizierer (11) miteinander multipliziert. An den Ausgang des Multiplizierers (11) ist ein Anzeigegerät (12) angeschlossen, das die Restfahrstrecke anzeigt. Die im Fahrbetrieb wichtigen zusätzlichen Einflußgrößen der Batterie, nämlich ihre Temperatur, Alterung und Selbstentladung, werden additiv bei der Ermittlung der Restentladezeit berücksichtigt.



Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt 70

5 Ham/schb

F 83/9

10 Verfahren und Schaltungsanordnung zur Ermittlung  
der Restfahrstrecke eines batteriebetriebenen  
Elektrofahrzeugs

15 Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der momentan unter der Annahme gleichbleibender Antriebsleistung und Geschwindigkeit noch möglichen restlichen Fahrstrecke eines mit einer Akkumulatorenbatterie betriebenen Elektrofahrzeugs, wobei ausgehend vom jeweiligen Batteriestrom und der vorangegangenen Ladung und/oder Entladung der Batterie eine der jeweils noch zur Verfügung stehenden Restentladezeit der Batterie proportionale Größe gebildet wird,  
dadurch gekennzeichnet, daß eine der momentanen Geschwindigkeit des Elektrofahrzeugs proportionale Größe gebildet und mit der der Restentladezeit proportionalen Größe multipliziert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Batteriestrom als die Restentladezeit beeinflussende Größe über einen vorgegebenen Zeitraum gemittelt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Batterietemperatur  
und/oder die Alterung der Batterie und/oder die Selbst-  
entladung der Batterie bei der Bildung der der Rest-  
entladezeit proportionalen Größe zusätzlich berück-  
sichtigt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß bei der Bildung der der  
Restentladezeit proportionalen Größe zusätzlich unter  
Berücksichtigung des Ladefaktors der Batterie deren  
Ladezustand als Amperestunden-Bilanz ermittelt wird.
5. Schaltungsanordnung zur Ermittlung der momentan unter  
der Annahme gleichbleibender Antriebsleistung und Ge-  
schwindigkeit noch möglichen restlichen Fahrstrecke  
eines mit einer Akkumulatorenbatterie betriebenen  
Elektrofahrzeugs mittels einer Rechenschaltung, an  
deren Ausgang ausgehend vom jeweiligen Batteriestrom  
und der vorausgegangenen Ladung und/oder Entladung der  
Batterie eine der jeweils noch zur Verfügung stehenden  
Restentladezeit der Batterie proportionale Größe  
ansteht,  
gekennzeichnet durch ein Multiplizierglied (11), dessen  
einer Eingang mit dem Ausgang eines eine der momentanen  
Geschwindigkeit des Elektrofahrzeugs proportionale  
Größe abgebenden Tachogenerators (9) und dessen ande-  
rer Eingang mit dem Ausgang der Rechenschaltung (14)  
verbunden ist und an dessen Ausgang ein Anzeige-  
glied (12) für die restliche Fahrstrecke ange-  
schlossen ist.
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, bei dem die Re-  
chenschaltung für die Restentladezeit aus  
- einem Integrator (2), der unter Berücksichtigung des  
Batterieladefaktors (B) aus einer dem jeweiligen  
Batteriestrom ( $I_B$ ) proportionalen Größe (I) während

eines Zeitintervalls ( $t_0$  bis  $t$ ) das Stromintegral

$$B_{t_0} \int_{t_0}^t I(t) dt \text{ bildet,}$$

- 5 - einem ersten Größengeber (9), der eine von der Batterienennkapazität ( $K_N$ ) und einem von Batterie und Ladeschlußspannung abhängigen Parameter ( $b$ ) bestimmte erste konstante GröÙe ( $A = \frac{K_N}{b}$ ) vorgibt,
- 10 - einem ersten Addierglied (4), das die Differenz der ersten konstanten GröÙe ( $A$ ) mit dem Stromintegral bildet,
- einem Dividierglied (3), das den Quotienten dieser Differenz zu der dem Batteriestrom ( $I_B$ ) proportionalen GröÙe ( $I$ ) bildet und
- 15 - einem zweiten Addierglied (4'), das die Differenz des Quotienten und einer von einem zweiten Größengeber (9') fest vorgegebenen GröÙe ( $C = \frac{a}{b}$ ), die durch von Batterie und Ladeschlußspannung abhängige Parameter ( $a, b$ ) bestimmt ist, bildet,
- 20 besteht und die Restentladezeit ( $t_R$ ) nach der Beziehung

$$t_R(t, I) = (A - B_{t_0} \int_{t_0}^t I(t) dt) \frac{1}{I} - C$$

bestimmt,

- 25 dadurch gekennzeichnet, daß dem Eingang des Dividierglieds (3), an den die dem Batteriestrom ( $I_B$ ) proportionale GröÙe gelegt ist, ein Mittelwertbildner (10) vorgeschaltet ist.

30 7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6,

- dadurch gekennzeichnet, daß an den Eingang des ersten Addierglieds (4) ein dritter Größengeber (16) angeschlossen ist, über den additiv der Einfluß der Batterietemperatur in die Rechenschaltung (14) eingegeben ist.
- 35

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß an den Eingang des ersten  
Addierglieds (4) ein vierter Größengeber (17) ange-  
geschlossen ist, über den additiv der Einfluß der Alte-  
5 rung der Batterie (6) in die Rechenschaltung (14)  
eingegeben ist.
9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Einfluß der Alterung  
10 der Batterie (6) als zusätzliche Größe über den  
ersten Größengeber (9) in die Rechenschaltung (14)  
eingegeben ist.
10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6,  
15 dadurch gekennzeichnet, daß an den Eingang des Inte-  
grators (2) ein fünfter Größengeber (15) angeschlossen  
ist, über den additiv der Einfluß der Selbstentladung  
der Batterie (6) in die Rechenschaltung (14) eingege-  
ben ist.
- 20 11. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß an den Ausgang des Inte-  
grators (2) ein den Ladezustand der Batterie als  
Amperestunden-Bilanz anzeigendes Anzeigegerät (13)  
25 angeschlossen ist.

30

35

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt 70

F 83/9

5 Ham/schb

10 Verfahren und Schaltungsanordnung zur Ermittlung  
der Restfahrstrecke eines batteriebetriebenen  
Elektrofahrzeugs

Beschreibung

- 15 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und auf eine Schaltungsanordnung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 5.

Eine Einrichtung zur Überwachung von Akkumulatorenbatterien, bei der ausgehend vom jeweiligen Batteriestrom der vorangegangenen Ladung und/oder Entladung der Batterie eine der jeweils noch zur Verfügung stehenden Restentladezeit der Batterie proportionale Größe gebildet wird, ist durch die DE-OS 30 12 356 bekannt. Beim Einsatz einer solchen Einrichtung auf einem Elektrofahrzeug, bei dem der Fahrzeugmotor die Belastung der Batterie bildet, braucht nur der Batteriestrom erfaßt und ausgewertet zu werden. Das Laden der Batterie und der Fahrbetrieb kommen hierbei nämlich nicht gleichzeitig vor, so daß  
25 der Laststrom und der Batteriestrom einander gleich sind. Ein Ladegleichrichter wird nur bei stehendem Fahrzeug mit abgeschaltetem Motor an die Batterie angeschlossen.

Da mit einer Akkumulatorenbatterie gespeiste Elektrofahrzeuge aufgrund der begrenzten Speicherkapazität der Batterie nur für eine verhältnismäßig kurze Fahrstrecke betrieben werden können, bevor eine Aufladung der Batterie

35

rie notwendig wird, ist es erwünscht, stets die noch mögliche restliche Fahrstrecke unter der Annahme gleichbleibender Antriebsleistung und Geschwindigkeit sowie den Ladezustand der Batterie präzise zu erfassen.

5

Dazu ist es durch die DE-OS 31 42 038 bereits bekannt, einen Mikrocomputer einzusetzen. Hierbei bedarf es aber einer aufwendigen Programmierung und einer komplizierten Anpassung des Rechners.

10

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das eingangs genannte Verfahren bzw. die eingangs angegebene Schaltungsanordnung derart auszubilden, daß die momentan noch mögliche restliche Fahrbereichweite des Elektrofahrzeugs mit nur geringem Aufwand zuverlässig und sicher ermittelt wird. Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung für das Verfahren durch die im Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmale und für die Schaltungsanordnung durch die im Anspruch 5 gekennzeichneten Merkmale gelöst.

20

Die Ermittlung der Restfahrstrecke ist damit einfach und genau, und das Meßsystem läßt sich leicht an vorhandene Batterien sowie an einen altersbedingten Kapazitätsabfall anpassen.

25

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens und der Schaltungsanordnung nach der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen gekennzeichnet. Da im Fahrbetrieb rasch wechselnde Ströme auftreten, wird zur Ermittlung der Restfahrstrecke ein Mittelwert des Stromes gebildet. Da außerdem die Batterietemperatur in weiten Grenzen veränderlich ist, wird die der Ermittlung der Restentladezeit zugrunde gelegte Batteriekapazität temperaturabhängig korrigiert. Zusätzlich ist der Batterieentladezustand am Integratorausgang als Amperestunden-Bilanz abgreifbar.

35



7.

Die Erfindung soll im folgenden anhand eines in der Zeichnungsfigur dargestellten Ausführungsbeispiels einer Schaltungsanordnung erläutert werden.

- 5 In der Zeichnungsfigur ist der prinzipielle Aufbau des Laststromkreises eines batteriebetriebenen Elektrofahrzeugs gezeigt. Ein Fahrmotor 8 wird bei geschlossenem Fahrschalter 18 aus einer Akkumulatorenbatterie 6 gespeist. Zur Aufladung der Batterie 6 ist ein Ladegleich-  
 10 richter 7 vorgesehen, der nur bei stehendem Fahrzeug und geöffnetem Schalter 18 in Funktion ist. Der Laststrom für den Fahrmotor 8 entspricht damit dem Batteriestrom  $I_B$ .

- Zur Bildung einer der Restentladezeit der Batterie 6 proportionalen Größe ist eine aus der DE-OS 30 12 356 bekannte Rechenschaltung 14 vorgesehen, deren Eingang über einen Meßwertumformer 1 eine dem Batteriestrom  $I_B$  proportionale Größe  $I$  zugeführt ist.

- 20 Die Rechenschaltung 14 besteht aus einem Integrator 2, der unter Berücksichtigung des Batterieladefaktors  $B$  aus der dem jeweiligen Batteriestrom  $I_B$  proportionalen Größe  $I$  während eines Zeitintervalls  $t_0$  bis  $t$  das Stromintegral

25 
$$B_t \int_{t_0}^t I(t) dt$$

- bildet. Der Batterieladefaktor  $B$  beispielsweise wird dadurch berücksichtigt, daß dem Integrator ohmsche Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  vorgeschaltet sind, wobei der eine Widerstand  $R_2$  durch  
 30 eine Diode  $D$  überbrückt ist. Diese Diode  $D$  ist so gepolt, daß die stromproportionale Größe des Entladestromes der Batterie dem Integrator 2 lediglich über den Widerstand  $R_1$  zugeführt wird, während die stromproportionale Größe des Ladestroms über die Widerstandskombination  $R_1 + R_2$  auf  
 35 den Integratoreingang gegeben wird. Das Widerstandsverhältnis  $\frac{R_1 + R_2}{R_1}$  ist gleich dem Batterieladefaktor be-

messen. Um den Integrator 2 jeweils in einen definierten Anfangszustand zu bringen, ist ein Tastschaltglied T vorgesehen, mit dem der Kondensator  $C_2$  des Integrators 2 jeweils nach vollständiger Aufladung bis zum Beginn einer  
5 Entladung überbrückbar ist.

Die Rechenschaltung 14 weist weiterhin einen ersten Größengeber 9 auf, der eine von der Batterienennkapazität  $K_N$  und einem von Batterie- und Ladeschlußspannung abhängigen  
10 Parameter  $b$  bestimmte erste konstante Größe  $A = \frac{K_N}{b}$  vorgibt.

Ein erstes Addierglied 4 bildet die Differenz der ersten konstanten Größe  $A$  mit dem vom Integrator 2 gelieferten Stromintegral. Der Ausgang des ersten Addiergliedes 4 ist  
15 an ein Dividierglied 3 angeschlossen, das den Quotienten der vom Addierglied 4 gelieferten Größe zu der dem Batteriestrom  $I_B$  proportionalen Größe  $I$  bildet.

Da im Fahrbetrieb schnell wechselnde Ströme auftreten, deren Änderungen die Quotientenbildung im Dividierglied 3  
20 störend beeinflussen, wird die dem Dividierglied 3 zugeführte Größe  $I$  zuvor geglättet. Das erfolgt hier über einen Mittelwertbildner 10 (Verstärker 1:1 mit Integrationskondensator).

25 Der Ausgang des Dividiergliedes 3 ist mit einem zweiten Addierglied 4' verbunden, das die Differenz des vom Dividierglied 3 gelieferten Quotienten und einer von einem zweiten Größengeber 9' fest vorgegebenen Größe  $C = \frac{a}{b}$ ,  
30 die durch von Batterie und Ladeschlußspannung abhängige Parameter  $a, b$  bestimmt ist, bildet.

Der ordnungsgemäßen Wirkungsweise der Rechenschaltung 14 dienen neben in der Zeichnungsfigur nicht näher bezeichneten ohmschen Widerständen, die dem Integrator 2, dem  
35 zweiten Größengeber 9' sowie dem Dividierglied 3 nachge-

8.9.

ordnet sind, symbolisch dargestellte Invertierglieder,  
 welche einzeln dem invertierenden Integrator 2, dem er-  
 sten und dem zweiten Größengeber 9 bzw. 9' nachgeschal-  
 tet sind. Dabei haben das erste und das zweite Addier-  
 5 glied 4 bzw. 4' jeweils Differenzbildungsfunktion, so  
 daß diese Glieder im Rahmen der gezeigten Schaltung  
 durch je einen Inverter mit vorgeordneten Summierknoten  
 dargestellt sind. Auch der Mittelwertbildner 10 weist  
 zu seinem Betrieb notwendige, nicht näher bezeichnete  
 10 ohmsche Widerstände vor bzw. parallel zum Rückführungs-  
 kondensator auf.

Die Rechenschaltung 14 bestimmt entsprechend der zuvor  
 beschriebenen Wirkungsweise ihrer Einzelbausteine die  
 15 Restentladezeit ( $t_R$ ) der Batterie 6 nach der Beziehung

$$t_R(t, I) = (A - B \int_0^t I(t) dt) \frac{1}{I} - C.$$

20 Zur Ermittlung der momentan unter der Annahme gleichblei-  
 bender Antriebsleistung und Geschwindigkeit noch möglichen  
 restlichen Fahrstrecke entsprechend dem Ladezustand der  
 Batterie ist erfindungsgemäß ein Multiplizierglied 11  
 vorgesehen, das eine der momentanen Geschwindigkeit des  
 25 Elektrofahrzeugs bzw. der Drehzahl des Fahrmotors 8 pro-  
 portionale Größe mit der der Restentladezeit  $t_R$  propor-  
 tionalen Größe multipliziert. Zu diesem Zweck ist das  
 Multiplizierglied 11 eingangsseitig zum einen mit dem  
 Ausgang der Rechenschaltung 14 und zum anderen mit einem  
 30 mit der Antriebswelle des Fahrmotors 8 in Verbindung  
 stehenden Tachogenerator 9 verbunden. An den Ausgang  
 des Multipliziergliedes 11 ist ein Anzeigeglied 12 ange-  
 schlossen, von dem die restliche zur Verfügung stehende  
 Fahrstrecke  $s$  ablesbar ist.

35

Zusätzliche Einflußgrößen für die noch zur Verfügung

stehende restliche Fahrstrecke sind die Temperatur, die Alterung und die Selbstentladung der Batterie 6.

Die Batterietemperatur beeinflusst zum Beispiel die Kapazität einer Bleibatterie mit etwa 1 % pro Grad. Dieser  
5 Einfluß wird durch einen dritten Größengeber 16 berücksichtigt, der über einen Widerstand  $R_5$  an den Eingang des ersten Addierglieds 4 angeschlossen ist und als Temperaturegeber additiv eine entsprechende Korrekturgröße  
10 in die Rechenschaltung 14 eingibt.

Die Alterung vermindert die ausnutzbare Batteriekapazität. Hierüber gibt es Erfahrungswerte, jedoch ist eine Kontrolle durch einen Entladeversuch der Batterie 6 zuverlässiger.  
15 Dieser Einfluß wird durch einen vierten Größengeber 17 berücksichtigt, der über einen Widerstand  $R_4$  an den Eingang des ersten Addierglieds 4 angeschlossen ist und der additiv eine der Alterung der Batterie 6 entsprechende Korrekturgröße 6 in die Rechenschaltung 14 eingibt. Der  
20 Einfluß der Alterung kann statt in der gezeigten Form auch dadurch berücksichtigt werden, daß der erste Größengeber 9 entsprechend zusätzlich verstellt wird.

Der Einfluß der Selbstentladung der Batterie hängt gleichfalls von der Alterung ab (zum Beispiel 10 bis 20 % pro  
25 Monat). Dieser Einfluß wird durch einen fünften Größengeber 15 berücksichtigt, der über einen ohmschen Widerstand  $R_3$  an den Eingang des Integrators 2 angeschlossen ist. Auch diese Korrekturgröße für die Selbstentladung  
30 der Batterie 6 wird additiv in die Rechenschaltung 14 eingegeben.

Der Batterieladezustand als Amperestunden-Bilanz unter Berücksichtigung des Ladefaktors fällt als Spannung am Integratorausgang 2 an und wird auf einem entsprechend  
35 (linear) geeichten weiteren Anzeigegerät 13 (zum Beispiel in %) angezeigt.

- 11.

Nummer:

33 34 128

Int. Cl.<sup>3</sup>:

B 60 L 11/18

Anmeldetag:

17. September 1983

Offenlegungstag:

4. April 1985

